Präzisions-Funktions-Generator/Spannungsgesteuerter Oszillator

8038

Intersil

Eigenschaften

- Kleine Frequenzdrift mit der Temperatur -50. 10^{-6}/°C Max.
- Simultaner Ausgang-Sinus, Rechteck und Dreieck (Sägezahn)
- Hoher Ausgangspegel TTL-28V
- Geringer Klirrfaktor
- Große Linearität
- Wenig externe Bauelemente
- Großer Frequenzbereich 0,001 Hz bis 1,5 MHz
- Einstellbares Taktverhältnis —1% bis 99%

Beschreibung

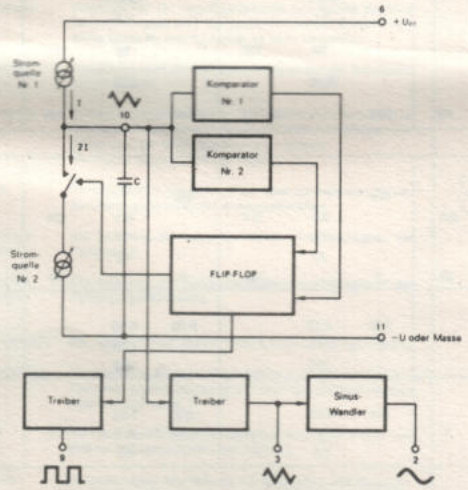
Der Funktionsgenerator 8038 ist ein monolithischer, integrierter Schaltkreis, mit dem Funktionen hoher Genauigkeit erzeugt werden können. Die parallel zur Verfügung stehenden Funktionen sind Sinus, Rechteck und Dreieck oder Sägezahn. Die Frequenz kann in einem Bereich von 0,001 HZ bis 1 MHz extern eingestellt werden und ist sehr stabil über einen weiten Temperatur- und Versorgungsspannungsbereich.

Der Betrieb als spannungsgesteuerter Oszillator (Frequenzmodulation, Wobbler) ist durch Anlegen einer externen Spannung möglich.

Dabei kann die Frequenz sowohl durch externe Widerstände als auch durch Kondensatoren voreingestellt werden.

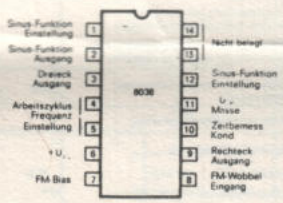
Der Funktionsgenerator ist in moderner monolithischer Technologie unter Verwendung von Dünnfilm-Widerständen und integrierten Schottky-Dioden hergestellt.

FUNKTIONSDIAGRAMM

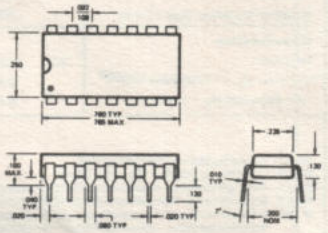


Figur 1. Block-Schaltbild des Funktionsgenerators

Beschaltung der Stifte von oben



Masse des Gehäuses



(408)·257–5450 TWX 910–338–0228

Grenzdaten

Versorgungsspannung	± 18V oder 36V gesamt
Verlustleistung	750 mW (siehe Note 5)
Eingangsspannung (für alle Stifte)	Nicht höher als die Versorgungsspannung
Eingangsstrom (Pin 4 und 5)	25 mA
Ausgangsstrom (Pin 3 und 9)	25 mA
Lagertemperatur	—65 bis +125°C
Betriebstemperatur:	
8038 AM, 8038 BM	—55 bis +125°C
8038 AC, 8038 BC, 8038 CC	0 bis + 70°C

Elektrische Eigenschaften

(U_V = ±5 V bis ±15 V, T_U = 25°C, R_L = 1 MΩ wenn nicht anders spezifiziert) siehe Note 3.

Allgemeine Eigenschaften	8038 CC			8038 BC/BM			8038 AC/AM			Einheit
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
Versorgungsspannung:										
Einzelversorgung	+10		+30	+10		30	+10		30	V
Doppelversorgung	±5		±15	±5		±15	±5		±15	V
Versorgungsstrom (Uv = ± 10V) siehe Note 1										
8038 AM, 8038 BM					12	15		12	15	mA
8038 AC, 8038 BC, 8038 CC		12	20		12	20		12	20	mA
Frequenz-Eigenschaften (für alle Funktionen)										
Einstell-Bereich	0.001		1,000,000	0.001		1,000,000	0.001		1,000,000	Hz
FM-Wobbelfrequenz		100			100			100		kHz
FM-Wobbelbereich		1000:1			1000:1			1000:1		-
FM Linearität		0.2			0.1			0.1		%
Frequenz-Drift mit der Temp. (in dem Betriebstemp.-Bereich)		50			50	100		20	50	10-⁴/°C
Frequenz-Drift mit der Versorgungsspannung (in dem Betriebstemp.-Bereich)		0.05			0.05			0.05		%/Uv
Empfohlene Programmierungs-Widerstände	500		1M	500		1M	500		1M	Ω
Ausgangs-Eigenschaften										
Rechteck-Funktion										
Amplitude (R_L = 100 kΩ)	0.9			0.9			0.9			xUv
Sättigungsspannung (I_L = 2 mA)		0.2	0.5		0.2	0.4		0.2	0.4	V
Anstiegszeit (R_L = 4,7 kΩ)		100			100			100		ns
Abfallzeit (R_L = 4,7 kΩ)		40			40			40		ns
Taktverhältnis-Bereich	2		98	2		98	2		98	%
Dreieck, Sägezahn, Impuls-Funktion										
Amplitude (R_L = 100 kΩ)	0.30	0.33		0.30	0.33		0.30	0.33		xUv
Linearität		0.1			0.05			0.05		%
Ausgangs-Impedanz (I_{OUT} = 5 mA)		200			200			200		Ω
Sinus-Funktion										
Amplitude	0.2	0.22		0.2	0.22		0.2	0.22		xUv
Klirrfaktor (R_L = 1 MΩ) siehe Note 4		0.8	3		0.7	1.5		0.7	1.5	%
THD eingestellt (R_L = 1 MΩ)		0.5			0.5			0.5		%

Note 1: R_A und R_B Ströme nicht inbegriffen
Note 2: U_V = 20V; R_A und R_B = 10kΩ ; F = 10kHz
Note 3: Alle Eigenschaften wurden mit der Prüfschaltung der Figur 2 gemessen
Note 4: Mit einem 81kΩ Widerstand zwischen Stift 11 und 12
Note 5: Wärmewiderstand (Kunststoffgehäuse) für Umgebungstemperaturen größer als 50°C = 6.7 mW/°C
Wärmewiderstand (Keramikgehäuse) für Umgebungstemperaturen größer als 100°C = 12,5mW/°C

Intersil cannot assume responsibility for use of any circuitry described other than circuitry entirely embodied in an Intersil product. No other circuit patent licenses are implied.

Prüfbedingungen (Siehe Figur 2)

PARAMETER		R_A	R_B	R_L	C_1	SW_1	MEASURE
Versorgungsstrom		10kΩ	10kΩ	1MΩ	3.3nF	Zu	Stromeingang an Pin 6
Frequenzbereich:	Min	1MΩ	1MΩ	1MΩ	500µF	Zu	Frequenz an Pin 9
	Max	~ 500Ω	~ 500Ω	14.7kΩ		Zu	Frequenz an Pin 9
FM-Wobbelbereich (Note 1)		10kΩ	10kΩ	1MΩ	3.3nF	Offen	Frequenz an Pin 9
FM-Linearität (Note 1)		10kΩ	10kΩ	1MΩ	3.3nF	Offen	Frequenz an Pin 9
Frequenz-Drift mit der Temperatur		10kΩ	10kΩ	1MΩ	3.3nF	Zu	Frequenz an Pin 9
Frequenz-Drift m. d. Versorgungsspannung (N. 1)		10kΩ	10kΩ	1MΩ	3.3nF	Zu	Frequenz an Pin 9
Ausgangs-Amplitude:	Sinus	10kΩ	10kΩ	1MΩ	3.3nF	Zu	Peak to Peak Ausgangswert an Pin 2
	Rechteck	10kΩ	10kΩ	1MΩ	3.3nF	Zu	Peak to Peak Ausgangswert an Pin 9
	Dreieck	10kΩ	10kΩ	1MΩ	3.3nF	Zu	Peak to Peak Ausgangswert an Pin 3
Sättigungsspannung		10kΩ	10kΩ	14.7kΩ	3.3nF	Zu	Ausgangswert (gering) an Pin 9
Anstieg- und Abfallzeiten		10kΩ	10kΩ	4.7kΩ	3.3nF	Zu	Funktion an Pin 9
Taktverhältnis:	Min	50kΩ	~ 1.6kΩ	14.7kΩ	3.3nF	Zu	Funktion an Pin 9
	Max	~ 3.2kΩ	50kΩ	14.7kΩ	3.3nF	Zu	Funktion an Pin 9
Dreieck-Funktion Linearität		10kΩ	10kΩ	1MΩ	3.3nF	Zu	Funktion an Pin 3
Oberwellen-Verzerrung		10kΩ	10kΩ	1MΩ	3.3nF	Zu	Funktion an Pin 2

Note 1: Wobbelspannung auf Pin 8 legen. $^2/_3\ U_{CC} \leq U_{WOBBEL} \leq U_{CC}$ wobei U_{CC} die Gesamt-Versorgungsspannung ist.
Note 2: $10V \leq U_{CC} \leq 30V$ oder $\pm 5V \leq U_V \leq \pm 15V$.

Erklärung der Ausdrücke:

Versorgungsstrom: Strom der von der Versorgungsquelle zum Betrieb des Bauteiles entnommen wird. Der Laststrom und die Ströme die die Widerstände R_A und R_B führen ist nicht inbegriffen.

Frequenzbereich: Frequenzbereich der Rechteck-Funktion den der Schaltkreis sicher erreicht.

FM-Wobbelbereich: Verhältnis zwischen Höchst- und Mindest-Frequenz die man mit einer Wobbelspannung an Stift 8 erhält. Für richtiges Verhalten muß die Wobbelspannung im Bereich: $2/3\,U_{CC} < U_{WOBBEL} < U_{CC}$ liegen.

FM-Linearität: Die prozentuale Abweichung von einer geradlinigen Steuerspannung gegenüber der Ausgangsfunktion.

Frequenz-Drift mit der Temperatur: Die Änderung der Ausgangsfrequenz in Abhängigkeit der Temperatur.

Frequenz-Drift mit der Versorgungs-Spannung. Die Änderung der Ausgangsfrequenz in Abhängigkeit der Versorgungs-Spannung.

Ausgangs-Amplitude: Die „Spitze-Spitze" Signal-Amplitude an den Ausgangspins.

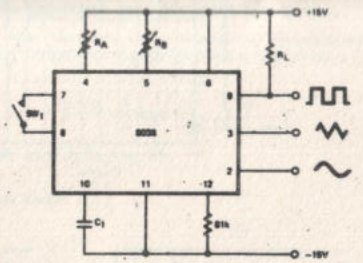
Sättigungsspannung: Die Ausgangsspannung des Kollektors von Q_{23} wenn dieser Transistor durchgesteuert ist. Sie wird für eine 2 mA Stromabnahme gemessen.

Anstieg- und Abfallzeiten: Die Zeit in der Rechteck-Funktion von 10 % bis 90 % oder von 90 % bis 10% seines Endwertes wechselt.

Dreieck-Funktion Linearität: Die prozentuale Abweichung der steigenden und fallenden Dreieck-Funktion von einer geradlinigen Dreieck-Funktion.

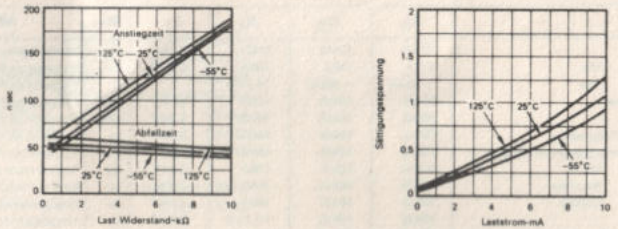
Oberwellen-Verzerrung: Die gesamte harmonische Verzerrung der Sinus-Funktion.

Prüfschaltung

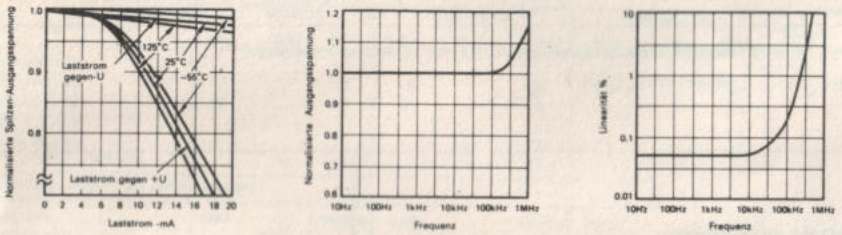


Figur 2

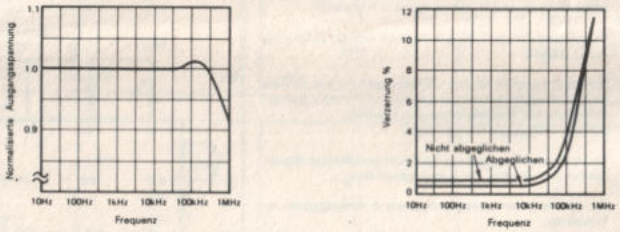
EIGENSCHAFTEN



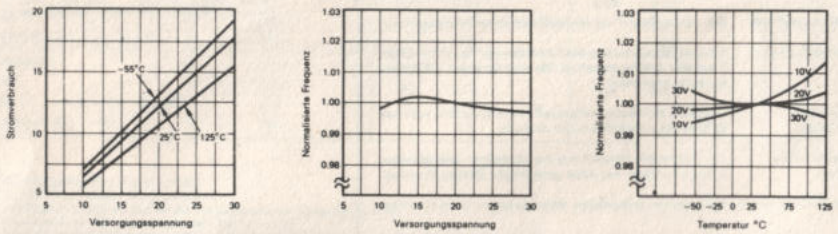
Figur 3. Verhalten des Rechteck-Funktion-Ausganges (Stift 9)



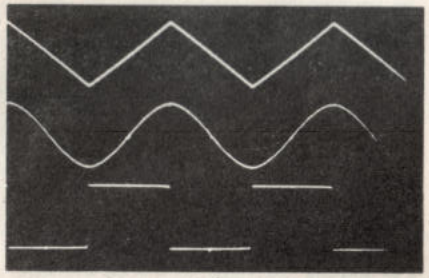
Figur 4. Verhalten des Dreieck-Funktion Ausganges.



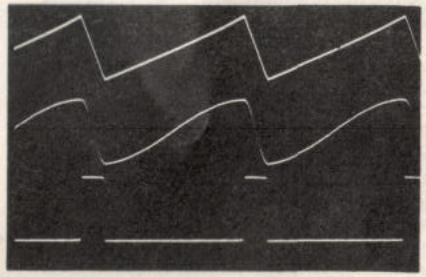
Figur 5. Verhalten des Sinus-Funktion Ausganges.



Figur 6. Stromverbrauch und Frequenz-Stabilität.



Rechteck Arbeitszyklus — 50 %



Rechteck Arbeitszyklus — 20%

Figur 7. Phasenverhältnis zwischen Funktionen.

Die Kennlinien des Sinusausgangs zeigt die Abbildung 5.

In Abbildung 6 sind zusätzliche Daten, wie Stromaufnahme und Frequenzstabilität, dargestellt.

Abbildung 7 zeigt die Phasenbeziehungen zwischen den drei Ausgangsspannungsformen.

EXTERNER ABGLEICH:

Die **Symmetrie** aller Wellenformen kann durch externe zeitbestimmende Widerstände eingestellt werden. Zwei Möglichkeiten der Einstellung sind in Abbildung 8 dargestellt. Das beste Resultat erhält man durch getrennte zeitbestimmende Widerstände (Abbildung 8a). R_A steuert den ansteigenden Teil der Sinusspannung sowie Nullphase am Rechteckausgang). Wie vorher ausgeführt, ist die Referenzspannung der beiden Stromquellen $0.2 \times U_B$.

Daher berechnet sich der Strom zu:

$$I_A = \frac{0.2 \times V_{CC}}{R_A}$$

Die Amplitude der Dreiecksspannung ist 1/3 U_B. Daher ist:

$$t_1 = \frac{C \times V}{I} = \frac{C \times 1/3 \times V_{CC} \times R_A}{1/5 \times V_{CC}} = \frac{5}{3} R_A \times C$$

Während des abfallenden Teils des Dreiecks sind beide Stromquellen angeschaltet. Der durch R_B erzeugte Strom wird verdoppelt und von diesem wird I_A abgezogen.

$$I_B = \frac{1/5 \times V_{CC}}{R_B} \times 2 - I_A = \frac{2}{5} \times \frac{V_{CC}}{R_B} - \frac{1}{5} \times \frac{V_{CC}}{R_A}$$

Damit ist die Zeit für die abfallende Rampe des Dreiecks (abfallender Teil des Sinus sowie Phase der logischen „1" am Rechteckausgang):

$$t_2 = \frac{C \times V}{I} = \frac{C \times 1/3\, V_{CC}}{\frac{2}{5} \times \frac{V_{CC}}{R_B} - \frac{1}{5} \times \frac{V_{CC}}{R_A}} = \frac{5}{3} \times \frac{R_A R_B C}{2R_A - R_B}$$

Ein Tastverhältnis von 50% kann mit $R_A = R_B$ eingestellt werden.

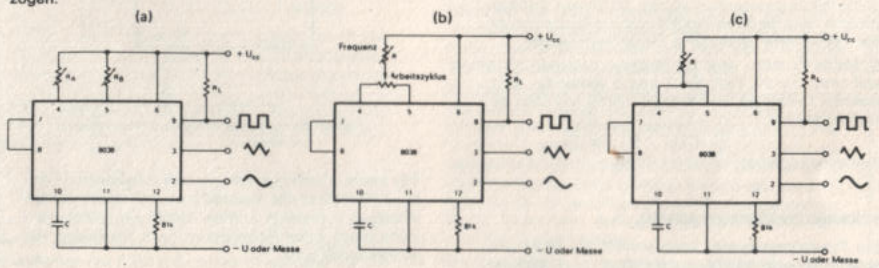
Soll das Tastverhältnis nur wenig um 50% variiert werden, ist die Schaltung nach Abbildung 8b zweckmäßiger. Wird kein Abgleich des Tastverhältnisses gewünscht, können die Anschlüsse 4 und 5 verbunden werden (Abbildung 8c), wobei diese Schaltung jedoch große Variationen des Tastverhältnisses bedingt.

Mit zwei separaten Zeitbestimmenden Widerständen ist die Frequenz der Ausgangsfunktion bestimmt durch:

$$f = \frac{1}{t_1 + t_2} = \frac{1}{\frac{5}{3} R_A C \left(1 + \frac{R_B}{2R_A - R_B}\right)}$$

oder, wenn $R_A = R_B = R$

$$f = \frac{0.3}{R C} \qquad \text{(for Figure 8a)}$$



Figur 8. Beschaltungsmöglichkeiten für externe Zeitbemessungs-Widerstände.

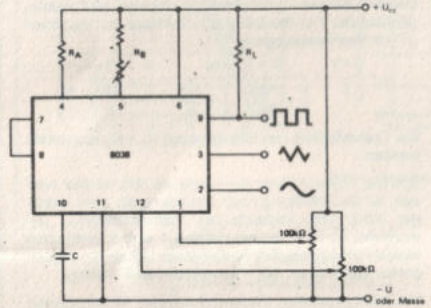
Wird ein einziger Widerstand verwendet (Abbildung 8b und 8c) ist die Frequenz:

$$f = \frac{0.15}{R\,C}$$

Obwohl keine interne Spannungsregelung im ICL 8038 realisiert ist, sind weder die Zeiten noch die Frequenzen abhängig von der Versorgungsspannung.

Das wird dadurch erreicht, daß sowohl die Ströme als auch die Schaltschwellen der Komparatoren lineare Funktionen der Versorgungsspannung sind und dadurch der Einfluß der Versorgungsspannung kompensiert wird.

Zur Minimisierung des Klirrfaktors der Sinusausgangsfunktion wird der Widerstand zwischen den Anschlüssen 11 und 12 am besten als Potentiometer ausgeführt. Mit dieser Konfiguration können Klirrfaktoren kleiner als 1% erreicht werden. Um diesen Wert noch weiter zu reduzieren, können zwei Potentiometer nach Abbildung 9 eingebaut werden. Damit kann der Klirrfaktor auf Werte in der Nähe von 0,5% gebracht werden.



Figur 9. Beschaltung für kleinste Sinus-Verzerrung.

Wahl von R_A, R_B und R_C

Für jede gewünschte Ausgangsfrequenz ist ein weiter Bereich von RC Kombinationen möglich. Allerdings gelten gewisse Einschränkungen für den Ladestrom wenn ein optimaler Betrieb erreicht werden soll. Im unteren Bereich sind Ströme kleiner 1µA unerwünscht da Leckströme der Schaltung bei hohen Temperaturen große Fehler verursachen würden. Bei hohen Strömen (I > 5mA) wird die Stromverstärkung und Restspannung der Transistoren zusätzliche Fehler verursachen.

Optimale Funktion wird bei Strömen zwischen 10µA und 1mA erreicht. Falls Pin 7 und 8 verbunden sind, kann der Ladestrom verursacht durch R_B wie folgt berechnet werden:

$$I = \frac{R_1 \times U_{CC}}{(R_1 + R_2)} \times \frac{1}{R_A} = \frac{U_{CC}}{5^{\circ}\,R_A}$$

Eine entsprechende Formel gilt für R_B.

VERSORGUNGSSPANNUNGEN:

Der Funktionsgenerator kann sowohl mit einer unipolaren Versorgungsspannung (10V = $U_B \leq$ 30V) als auch mit einer symmetrischen bipolaren Versorgungsspannung (± 5V bis ± 15V) betrieben werden.

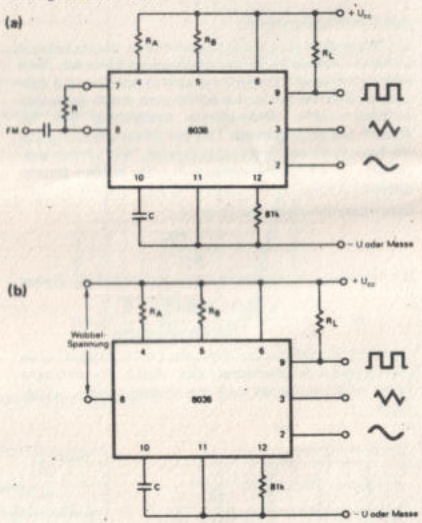
Mit unipolarer Versorgungsspannung liegen Sinus- und Dreiecksausgang auf einer Gleichspannung, die exakt der halben Versorgungsspannung entspricht, während der Rechteckausgang zwischen +U_B und OV schaltet.

Bei symmetrischer bipolarer Versorgung liegen alle Ausgänge symmetrisch um O Volt.

Der Kollektor des Transistors am Rechteckausgang hat keine interne Verbindung. Der Lastwiderstand dieses Transistors kann an eine andere Versorgungsspannung, die unterhalb der Durchbruchsspannung des Transistors liegen muß (30V), angeschlossen werden. Durch diesen Freiheitsgrad kann der Rechteckausgang TTL-Kompatikel gemacht werden (Lastwiderstand an + 5V, unipolare Versorgung), während der Funktionsgenerator mit einer höheren Versorgungsspannung betrieben wird ($U_B \geq$ + 10V).

FREQUENZMODULATION:

Wie im Vorhergehenden ausgeführt, ist die Frequenz der Ausgangsfunktion direkt von der Gleichspannung an Anschluß 8 (relativ zu U_B) abhängig. Durch Änderung dieser Spannung kann eine Frequenzmodulation durchgeführt werden.



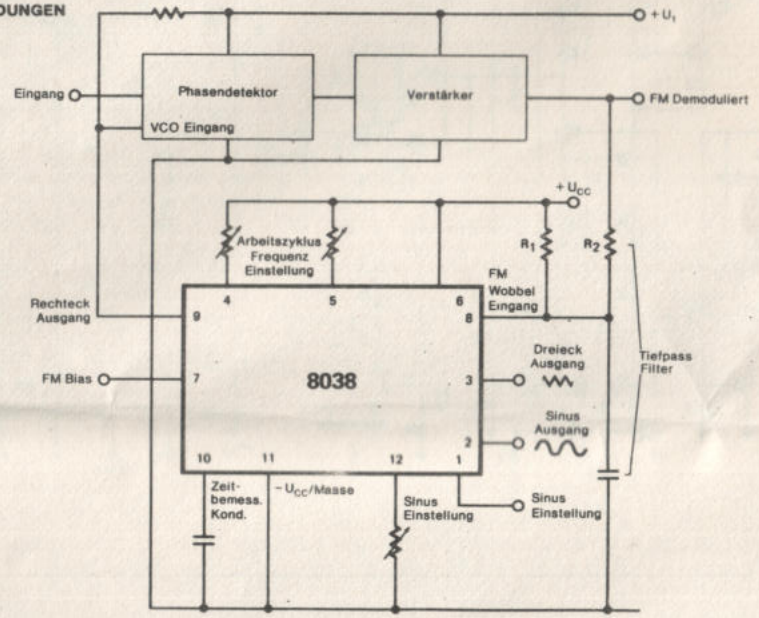
Figur 10. Beschaltungen für Frequenz- Modulation (a) und Wobbel (b)

Für kleine Abweichungen um den eingestellten Wert (c. ± 10%) kann das Modulationssignal direkt an den Anschluß 8 angelegt werden, wobei die Gleichspannung durch einen Kondensator nach Abbildung 10a ausgekoppelt wird.

Ein externer Widerstand zwischen den Anschlüssen 7 und 8 ist nicht notwendig; er kann jedoch benutzt werden, um den Eingangswiderstand zu erhöhen. Ohne diesen Widerstand R (Anschlüsse 7 und 8 kurzgeschlossen) ist die Eingangsimpedanz 8k Ohm, mit Widerstand wächst sie auf R + 8k Ohm.

Für einen größeren Frequenzhub wird das Modulationssignal zwischen der positiven Versorgungsspannung und Anschluß 8 angelegt. Damit wird die gesamte Vorspannung der Stromquellen durch das Modulationssignal bestimmt und ein sehr großer Hubbereich erzeugt (ca. 1000 : 1). Bei dieser Anwendung muß allerdings die Versorgungsspannung stabil gehalten werden. Die zeitbestimmenden Ströme sind hier keine Funktion der Versorgungsspannung mehr (die Schaltschwellen der Komparatoren sind es nach wie vor) und damit ist die Frequenz von der Versorgungsspannung abhängig. Das Potential an Pin 8 kann zwischen U_B und 2/3 U_B geändert werden.

ANWENDUNGEN



Figur 11. Zerhacker als stabiler VCO in einer Phasenklemm-Schaltung.

EINSATZ DES ICL 8038 IN PLL-SCHALTUNGEN

Die hohe Frequenzstabilität prädestiniert den Funktionsgenerator für den Einsatz als spannungsgesteuerter Oszillator in PLL-Schaltungen. Die verbleibenden Funktionsblöcke — Phasendeletor und Verstärker — können mit diversen, auf dem Markt erhältlichen integrierten Schaltkreisen, realisiert werden (z.B. MC 4344, NE 562, HA 2800, HA 2820).

Um diese Funktionsblöcke kompatibel zu machen, müssen gewisse Vorkehrungen getroffen werden.

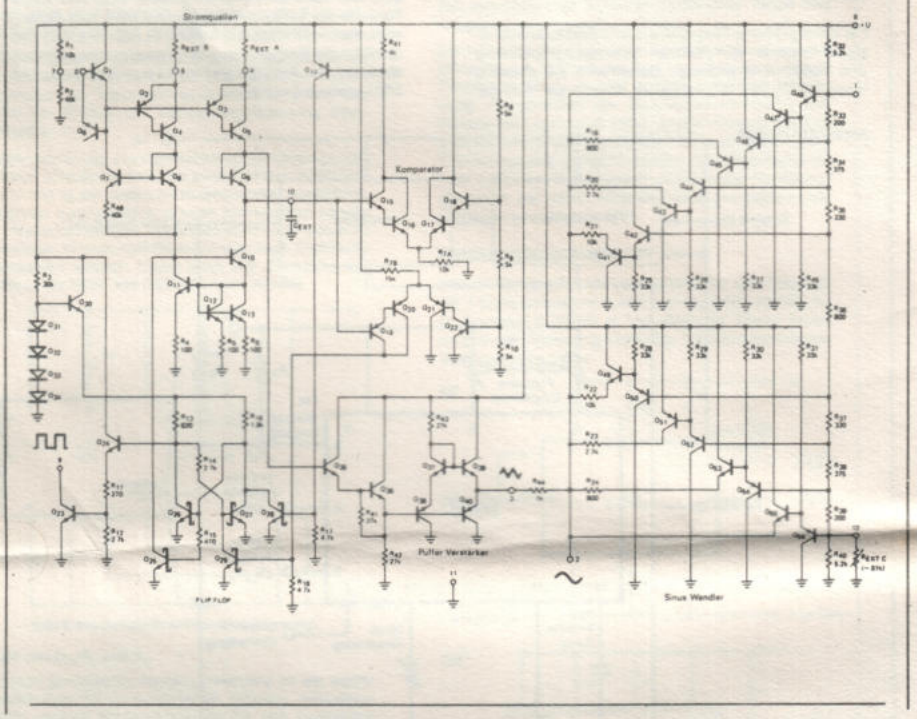
Wenn zwei verschiedene Versorgungsspannungen benutzt werden, wird zweckmäßigerweise der Rechteckausgang des 8038 über einen Widerstand auf die Versorgung des Phasendetektors zurückgeführt. Diese Maßnahme stellt sicher, daß die Eingangsspannung des VCO den zulässigen Bereich des Phasendetektors nicht überschreitet.

Wenn ein kleineres VCO-Signal benötigt wird, kann ein ohmscher Spannungsteiler zwischen den Anschluß 9 des Funktionsgenerators und dem VCO-Anschluß des Phasendetektors geschaltet werden.

Der Gleichspannungspegel am Verstärkerausgang muß auf den FM Eingang des 8038 angepaßt werden (Anschluß 8, 0.8 x U_B). Die einfachste Lösung ist auch hier ein Spannungsteiler (R_1, R_2 in Abbildung 11) nach + U_B oder nach OV, abhängig davon, ob der Verstärker einen niedrigeren oder einen höheren Gleichpegel am Ausgang hat als der FM-Eingang des Funktionsgenerators. Dieser Teiler kann darüberhinaus als Teil des Tiefpaßfilters benutzt werden.

Die Anwendung des ICL 8038 als VCO in einer PLL-Schaltung bietet nicht nur eine Verlauffrequenz mit sehr niedriger Temperaturdrift, sondern außerdem steht ein Sinussignal mit der Eingangsfrequenz zur Verfügung.

SCHALTBILD


Stromquellen
Komparator
Puffer Verstärker
FLIP FLOP
Sinus Wandler